

Тренировочная работа №3 по ФИЗИКЕ

11 класс

4 февраля 2021 года

Вариант ФИ2010301

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

На выполнение тренировочной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 13 является слово (слова). Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 27–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все записи выполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$
1 световой год	$1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$
1 парсек	$1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$

Масса частиц

электрон	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а. е. м.}$
протон	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а. е. м.}$
нейтрон	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а. е. м.}$

Астрономические величины

средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
температура поверхности Солнца	$T = 6000 \text{ К}$

Плотность

воды	1000 кг/м ³	подсолнечного масла	900 кг/м ³
древесины (сосны)	400 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
		ртути	13 600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг·К)}$	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг·К)}$	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

Нормальные условия

давление: 10^5 Па , температура: 0 °С

Молярная масса

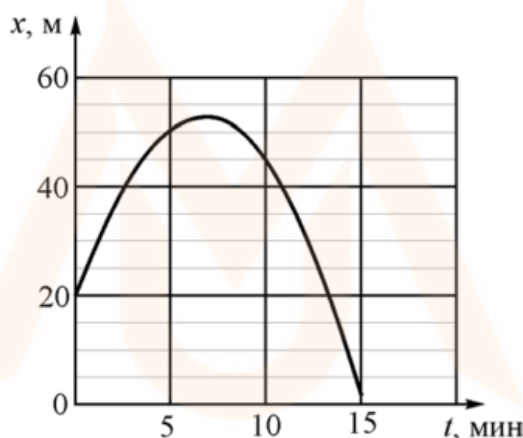
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, цифра, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

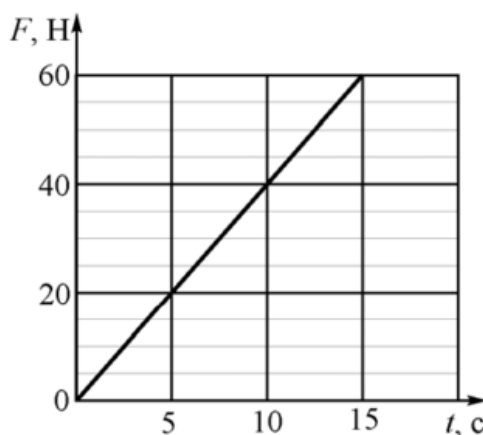
Точечное тело движется по гладкой горизонтальной поверхности вдоль прямой OX . На рисунке изображён график зависимости координаты x этого тела от времени t . Найдите модуль перемещения тела к моменту времени $t = 10$ мин.



Ответ: _____ м.

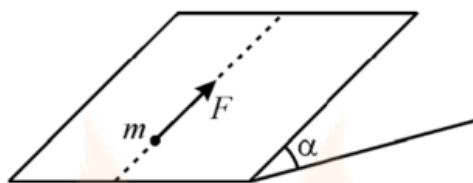
2

На горизонтальном столе лежит тело массой 4 кг. На него начинает действовать направленная вертикально вверх сила $\vec{F}$. График зависимости модуля F этой силы от времени t показан на рисунке. Чему равен модуль ускорения тела через 15 секунд после начала действия данной силы? Трение отсутствует.



Ответ: _____ м/с².

- 3 Точечное тело массой $m = 1$ кг начинают поднимать вдоль гладкой наклонной плоскости, действуя на него постоянной силой $F = 8$ Н. Наклонная плоскость составляет с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Приложенная к телу сила направлена параллельно наклонной плоскости вдоль «линии стекания воды» (эта линия показана на рисунке пунктиром). Чему равно изменение полной механической энергии данного тела при его перемещении на 4 метра вдоль этой линии?



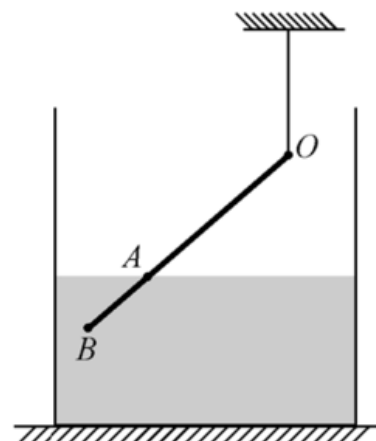
Ответ: _____ Дж.

- 4 Наполненная газом сферическая резиновая оболочка полностью погружена в водоём и имеет радиус 75 см. Оболочку начинают погружать вглубь водоёма, и через некоторое время её радиус становится равным 25 см (а форма остаётся сферической). Во сколько раз в результате такого погружения изменяется модуль действующей на оболочку силы Архимеда? Считайте изменение плотности воды с увеличением глубины пренебрежимо малым.

Ответ: _____.

5

Тонкий однородный стержень, частично погружённый в воду, удерживается в состоянии равновесия с помощью невесомой нерастяжимой нити (см. рис.). Длина отрезка AB в два раза меньше длины отрезка OA . Выберите **два** верных утверждения.



- 1) Модуль силы натяжения нити меньше модуля действующей на стержень силы тяжести.
- 2) Сумма модулей силы натяжения нити и силы Архимеда больше модуля действующей на стержень силы тяжести.
- 3) Относительно оси, проходящей через точку O , плечо действующей на стержень силы тяжести меньше плеча силы Архимеда.
- 4) Относительно оси, проходящей через точку O , отношение плеча действующей на стержень силы Архимеда к плечу силы натяжения нити равно 1,2.
- 5) Относительно оси, проходящей через точку O , момент силы Архимеда больше момента действующей на стержень силы тяжести.

Ответ:

--	--

6

На гладкой горизонтальной поверхности покоится небольшая шайба. На неё налетает другая шайба. Между шайбами происходит лобовое абсолютно неупругое соударение. Затем проводят второй опыт, увеличив массу налетающей шайбы, но оставив прежней её скорость. Как изменяются во втором опыте по сравнению с первым скорость шайб после соударения и выделившееся в процессе соударения количество теплоты?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость шайб после соударения	Количество теплоты, выделившееся в процессе соударения

7

Камень отпускают без начальной скорости с высоты 90 м над поверхностью Земли. Падение является свободным. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение камня, и их значениями в СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ В СИ
А) время, за которое тело пройдёт первые $\frac{2}{3}$ всего пути	1) $\sqrt{6}$
Б) модуль скорости тела в тот момент времени, когда тело пройдёт первую треть всего пути	2) $2\sqrt{3}$
	3) $10\sqrt{6}$
	4) $20\sqrt{3}$

Ответ:

А	Б

8

Во сколько раз отличаются среднеквадратичные скорости хаотического теплового движения молекул гелия и углекислого газа, входящих в состав воздуха, при комнатной температуре? Ответ округлите до десятых долей.

Ответ: _____.

9

Рассмотрим две идеальные тепловые машины. Температуры нагревателя и холодильника первой машины отличаются в 4 раза. Температура холодильника первой тепловой машины равна температуре нагревателя второй тепловой машины. Температура холодильника второй тепловой машины в 5 раз меньше температуры нагревателя первой тепловой машины. Во сколько раз КПД первой машины больше КПД второй машины? Ответ округлите до сотых долей.

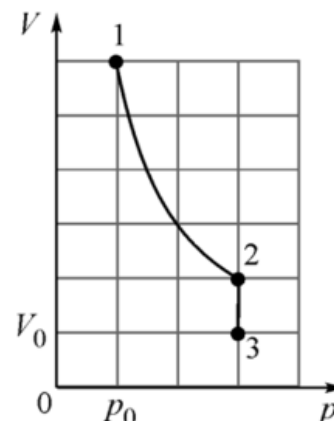
Ответ: _____.

10

Железный метеорит массой 1 кг упал в холодное северное море, температура воды в котором равна 0°C . Перед попаданием в воду метеорит двигался со скоростью 2 км/с и был разогрет до температуры 1000°C . Какое количество теплоты выделилось при торможении и остывании метеорита в воде?

Ответ: _____ кДж.

- 11** На рисунке изображён график процесса 1–2–3, совершаемого с пятью молями идеального одноатомного газа.



Выберите **два** верных утверждения относительно проведённого процесса.

- 1) Участок 1–2 представляет собой изотермическое сжатие.
- 2) На участке 2–3 температура газа увеличивается.
- 3) В состоянии 1 плотность газа минимальна.
- 4) В состоянии 3 концентрация молекул газа минимальна.
- 5) В состоянии 3 среднеквадратичная скорость молекул газа имеет максимальное значение.

Ответ:

--	--

- 12** Пусть u – среднеквадратичная скорость хаотического теплового движения молекул идеального одноатомного газа, а p и V – давление и объём этого газа. Установите соответствие между названиями изопроцессов и формулами, устанавливающими связь между u , p и V в этих изопроцессах. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

НАЗВАНИЕ ИЗОПРОЦЕССА

СВЯЗЬ МЕЖДУ u , p И V
В ИЗОПРОЦЕССЕ

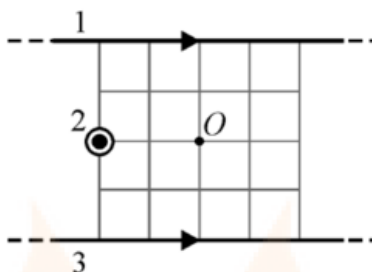
- А) изотермический
Б) изохорический

- 1) $u = \text{const}$
- 2) $\frac{V}{u^2} = \text{const}$
- 3) $\frac{p}{u^2} = \text{const}$
- 4) $\frac{u}{pV} = \text{const}$

Ответ:

А	Б

- 13** На рисунке изображены три тонких прямых провода с электрическим током. Провод 2 расположен перпендикулярно плоскости рисунка, а провода 1 и 3 лежат в плоскости рисунка. Направления протекания токов по проводам 1 и 3 указаны стрелками, а по проводу 2 ток течёт к наблюдателю. Силы токов в проводах одинаковые.



Определите, как направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор индукции магнитного поля в точке O . Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

- 14** Лампа накаливания подключена к источнику напряжения. После увеличения напряжения на лампе в 3 раза выделяющаяся в ней мощность возросла в 6 раз. Во сколько раз при этом увеличилось сопротивление спирали лампы? Ответ округлите до десятых долей.

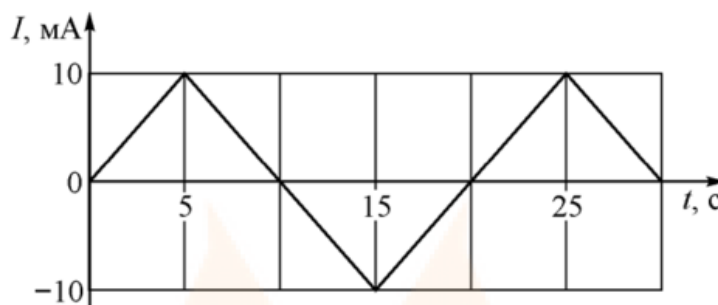
Ответ: _____.

- 15** В идеальном колебательном контуре заряд q конденсатора ёмкостью 25 пФ изменяется с течением времени t по закону $q = 10^{-5} \cos(10^6 \cdot t)$ (в этой формуле все величины заданы в СИ). Какую максимальную энергию запасает этот конденсатор в процессе таких колебаний?

Ответ: _____ Дж.

16

На графике показана зависимость от времени t силы тока I , протекающего в катушке № 1. Все линии магнитного поля, создаваемого этой катушкой, пронизывают поперечное сечение катушки № 2, а концы обмотки катушки № 2 соединены друг с другом. Индуктивность катушки № 2 пренебрежимо мала.



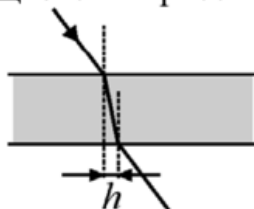
Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующих процессы в катушке № 2.

- 1) В катушке № 2 протекает постоянный электрический ток.
- 2) В моменты времени 7 с и 12 с электрический ток в катушке № 2 течёт в противоположных направлениях.
- 3) В моменты времени 3 с и 18 с электрический ток в катушке № 2 течёт в одном и том же направлении.
- 4) В течение интервала времени от 6 с до 14 с в катушке № 2 выделяется такое же количество теплоты, как и в течение интервала времени от 16 с до 24 с.
- 5) В моменты времени 10 с и 20 с сила тока в катушке № 2 равна нулю.

Ответ:

--	--

- 17 Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластинку (см. рис.). Выходя из пластинки, луч смещается на расстояние h .



Пластинку поворачивают против часовой стрелки на угол 5° . Определите, как в результате этого изменятся угол преломления луча при переходе из воздуха в стекло и величина смещения луча.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

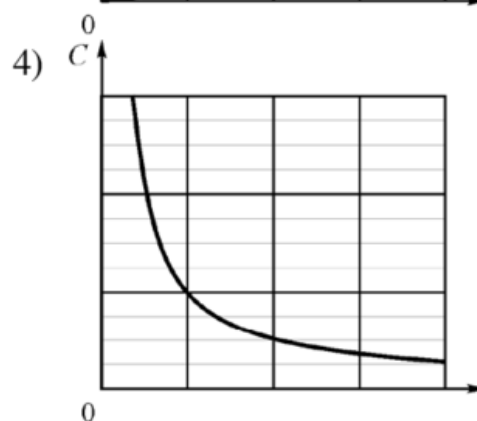
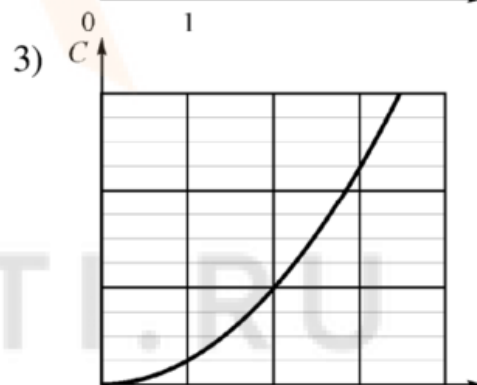
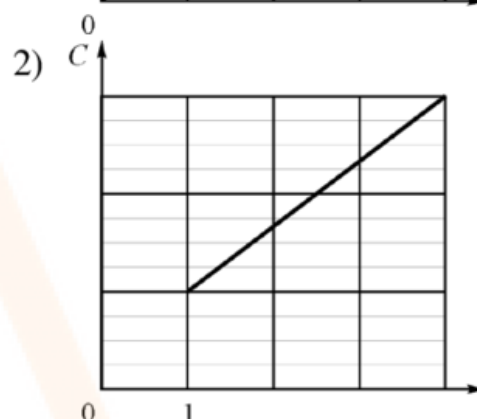
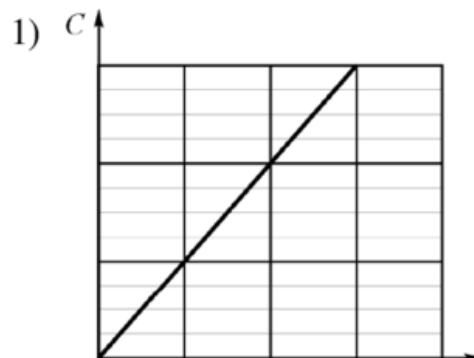
Угол преломления луча при переходе из воздуха в стекло	Величина смещения луча

- 18 Плоский конденсатор состоит из двух квадратных пластин. Пространство между пластинами заполнено однородным диэлектриком. Установите соответствие между зависимостями ёмкости C этого конденсатора от физических величин и графиками, изображающими / эти зависимости.
- К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ЗАВИСИМОСТЬ

- А) ёмкости C конденсатора от длины a стороны пластины
- Б) ёмкости C конденсатора от диэлектрической проницаемости ε диэлектрика

ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ



Ответ:

А	Б
☐	☐

- 19** В некотором атомном ядре число нейтронов в 2 раза больше числа протонов. Массовое число этого ядра равно 36. Определите для этого ядра число нейтронов и разность между числом нейтронов и зарядовым числом.

Число нейтронов	Разность между числом нейтронов и зарядовым числом

- 20** Медленные (нерелятивистские) электроны с энергией 150 эВ испытывают дифракцию на некоторой атомной структуре. Расстояние между соседними атомами этой структуры $d = 0,2$ нм. Во сколько раз d превышает длину волны электрона? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____.

- 21** Ядро изотопа тория ${}_{90}^{232}\text{Th}$ претерпевает ряд α -распадов и электронных β -распадов. В результате этого образуется ядро изотопа свинца ${}_{82}^{212}\text{Pb}$. Установите соответствие между указанными в таблице физическими величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ

- А) число α распадов
Б) число β распадов

- 1) 2
2) 3
3) 4
4) 5

Ответ:

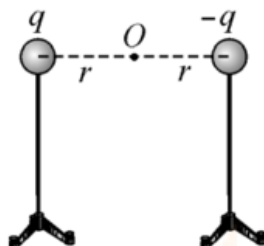
А	Б

- 22** Через резистор течёт постоянный электрический ток, сила которого равна 0,1 А и измерена с высокой точностью. На корпусе резистора указано, что его сопротивление равно 2 кОм, а абсолютная погрешность этого значения составляет 10 %. Какая мощность выделяется в этом резисторе?

Ответ: (_____ $\pm$ _____) Вт.

23

Два маленьких металлических шарика, установленные на изолирующих подставках, располагают на одинаковых расстояниях от точки O . Заряды шариков одинаковы по модулю, но противоположны по знаку. В точке O экспериментально определяют вектор напряжённости электрического поля.



Затем эксперименты повторяют, располагая на равных расстояниях от точки O шарики, имеющие другие заряды. В таблице приведены значения этих зарядов и расстояния их до точки O .

Номер эксперимента	Левый заряд	Правый заряд	Расстояние до точки O
1	$4q$	$-0,5q$	r
2	$0,5q$	$2,5q$	r
3	$2q$	$-2q$	$2r$
4	$0,5q$	$-1,5q$	r
5	$5q$	$-3q$	$2r$

Укажите номера экспериментов, в которых вектор напряжённости электрического поля в точке O будет таким же, как в изначальном эксперименте.

Ответ: _____.

24

В таблице указаны данные о некоторых звёздах.

Звезда	Масса, массы Солнца	Радиус, радиусы Солнца	Температура фотосферы, К
η Киля А	150	300	20 000
40 Эридана В	0.57	0.014	16 500
Глизе 229 В	0,033	0,047	650
Солнце	1	1	5700
RX J1856.5–3754	0,9	0,00002	400 000

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют данным в таблице характеристикам.

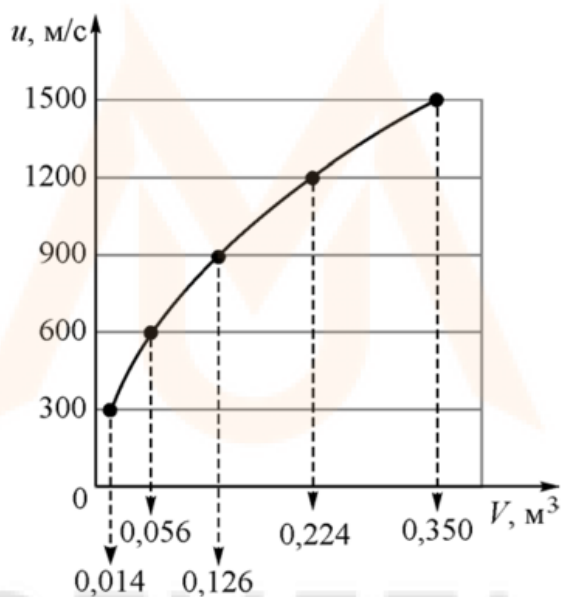
- 1) В недрах RX J1856.5–3754 происходят ядерные реакции синтеза водорода в гелий.
- 2) η Киля А на последнем этапе эволюции превратится в белый карлик.
- 3) Глизе 229 В – это коричневый карлик.
- 4) В недрах Солнца происходит превращение гелия в углерод в термоядерных реакциях.
- 5) 40 Эридана В светит за счёт запасённого за долгую эволюцию тепла.

Ответ: _____.

Часть 2

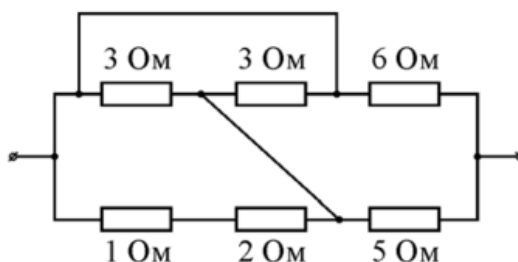
Ответом к заданиям 25–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 25** Два моля азота изобарно нагревают. На рисунке изображён график зависимости величины среднеквадратичной скорости u молекул газа от его объёма V . Чему равно давление газа в сосуде?



Ответ: _____ кПа.

- 26** Найдите сопротивление участка электрической цепи, схема которого показана на рисунке. Все соединительные проводники являются идеальными.

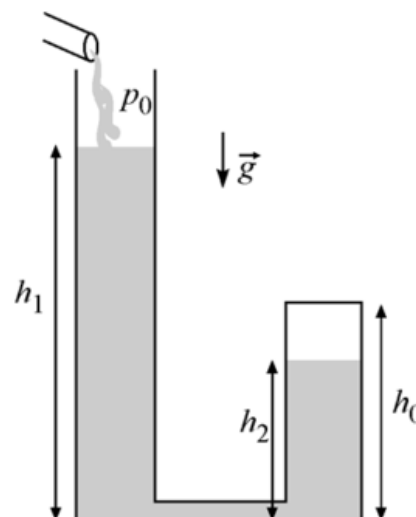


Ответ: _____ Ом.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27

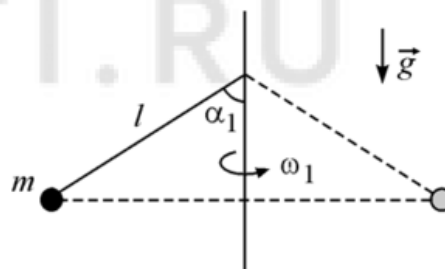
Система сообщающихся сосудов состоит из очень длинной вертикальной трубы с открытым верхним концом, к которой внизу присоединён через трубочку небольшой закрытый вертикальный цилиндрический сосуд высотой $h_0 = 20$ см. Вначале система заполнена окружающим воздухом при комнатной температуре и давлении $p_0 = 10^5$ Па, а затем в левую трубу начинают медленно наливать воду той же температуры, следя при этом за её уровнями h_1 и h_2 в левом и правом коленах системы (см. рис.). Нарисуйте примерный график зависимости h_2 от h_1 и найдите приближённое значение h_1 при $h_2 = 0,6h_0$.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

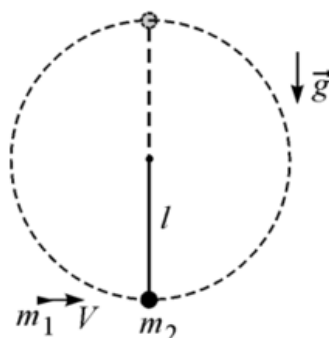
28

Конический маятник представляет собой маленький грузик массой $m = 100$ г, вращающийся с угловой скоростью ω_1 вокруг вертикальной оси на невесомой нерастяжимой нити длиной l , составляющей с этой осью угол $\alpha_1 = 60^\circ$ (см. рис.). Во сколько раз надо увеличить угловую скорость вращения маятника, чтобы нить порвалась, если она выдерживает максимальную силу натяжения, равную nmg , где $n = 4$?



29

Пуля массой $m_1 = 4$ г, летящая горизонтально со скоростью $V = 125$ м/с, попадает в небольшой шарик массой $m_2 = 100$ г, подвешенный на жёстком невесомом стержне длиной $l = 0,5$ м с шарниром наверху, и застревает в шарике (см. рис.). Найдите модуль ускорения шарика в верхней точке окружности, по которой он двигался после попадания пули. Трения шарика о воздух нет.



30 Школьный класс имеет размеры пола $8\text{ м} \times 12\text{ м}$ и высоту потолка $4,5\text{ м}$. Осенью при атмосферном давлении 740 мм рт. ст. температура в классе равнялась 18°C , а зимой, после похолодания и включения отопления температура повысилась до 24°C при давлении 765 мм рт. ст. На сколько изменилось число молекул азота в классе? В воздухе содержится 78% азота по объёму. Молярная масса воздуха равна 29 кг/кмоль , объёмом учителя, учеников, мебели и учебных пособий можно пренебречь.

31 Заряженный железный шарик радиусом r опущен в сосуд с маслом плотностью $\rho = 900\text{ кг/м}^3$. В масле создали однородное вертикальное электрическое поле напряжённостью $E_1 = 30\text{ кВ/см}$, в результате чего шарик оказался в равновесии, будучи взвешенным в масле. Поле какой напряжённостью E_2 надо создать в масле в данном сосуде, чтобы шарик того же размера и с таким же зарядом, но изготовленный из алюминия, тоже оказался в равновесии?

32 Мыльная плёнка с показателем преломления $n = 1,33$ натянута на проволоочный каркас, расположенный в вертикальной плоскости, и освещается нормально падающим на неё пучком монохроматического света с длиной волны $\lambda = 546,1\text{ нм}$. За счёт стекания жидкости плёнка образует клин, на котором в отражённом свете наблюдаются горизонтальные интерференционные полосы с периодом $d = 4\text{ мм}$. Чему равен угол α клина? Ответ выразите в угловых секундах ($1\text{ угловая секунда} = 1/3600\text{ градуса}$).

Тренировочная работа №3 по ФИЗИКЕ

11 класс

4 февраля 2021 года

Вариант ФИ2010302

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

На выполнение тренировочной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 13 является слово (слова). Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 27–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все записи выполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$
1 световой год	$1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$
1 парсек	$1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$

Масса частиц

электрон	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а. е. м.}$
протон	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а. е. м.}$
нейтрон	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а. е. м.}$

Астрономические величины

средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
температура поверхности Солнца	$T = 6000 \text{ К}$

Плотность

воды	1000 кг/м ³	подсолнечного масла	900 кг/м ³
древесины (сосны)	400 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
		ртути	13 600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг·К)}$	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг·К)}$	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

Нормальные условия

давление: 10^5 Па , температура: 0 °С

Молярная масса

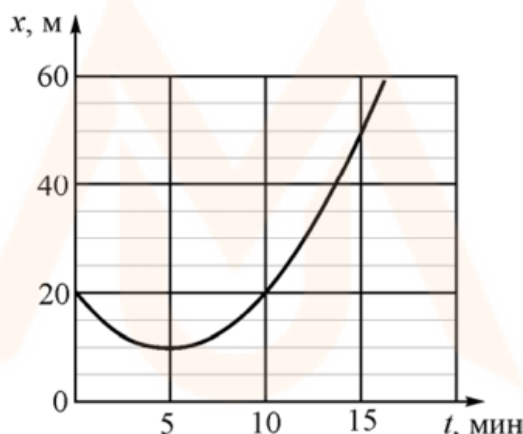
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, цифра, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

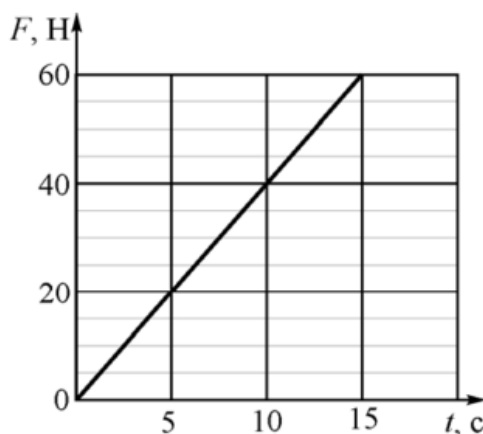
Точечное тело движется по гладкой горизонтальной поверхности вдоль прямой OX . На рисунке изображён график зависимости координаты x этого тела от времени t . Найдите модуль перемещения тела к моменту времени $t = 15$ мин.



Ответ: _____ м.

2

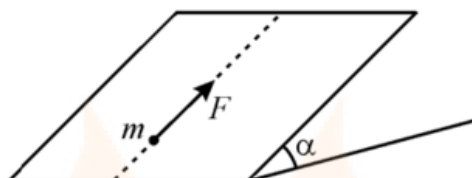
На горизонтальном столе лежит тело массой 5 кг. На него начинает действовать направленная вертикально вверх сила $\vec{F}$. График зависимости модуля F этой силы от времени t показан на рисунке. Чему равен модуль ускорения тела через 15 секунд после начала действия данной силы? Трение отсутствует.



Ответ: _____ м/с².

3

Точечное тело массой $m = 1$ кг начинают поднимать вдоль гладкой наклонной плоскости, действуя на него постоянной силой $F = 8$ Н. Наклонная плоскость составляет с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Приложенная к телу сила направлена параллельно наклонной плоскости вдоль «линии стекания воды» (эта линия показана на рисунке пунктиром). Через некоторое время изменение полной механической энергии данного тела оказалось равным 40 Дж. Чему равно перемещение тела вдоль плоскости за это время?



Ответ: _____ м.

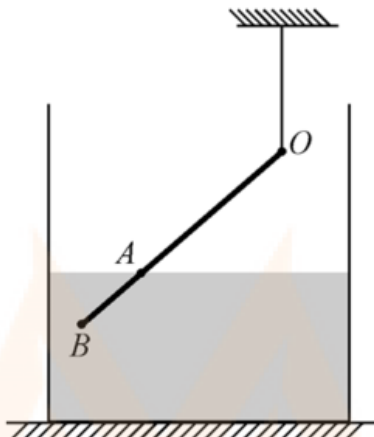
4

Наполненная газом сферическая резиновая оболочка полностью погружена в глубокий водоём и имеет радиус 15 см. Оболочку начинают поднимать к поверхности водоёма, и через некоторое время её радиус становится равным 60 см (а форма остаётся сферической). При этом оболочка по-прежнему остаётся полностью погруженной в воду. Во сколько раз в результате такого подъёма изменяется модуль действующей на оболочку силы Архимеда? Считайте изменение плотности воды с уменьшением глубины пренебрежимо малым.

Ответ: _____.

5

Тонкий однородный стержень, частично погружённый в воду, удерживается в состоянии равновесия с помощью невесомой нерастяжимой нити (см. рис.). Длина отрезка AB в два раза меньше длины отрезка OA . Выберите **два** верных утверждения.



- 1) Модуль силы натяжения нити больше модуля действующей на стержень силы тяжести.
- 2) Сумма модулей силы натяжения нити и силы Архимеда меньше модуля действующей на стержень силы тяжести.
- 3) Относительно оси, проходящей через точку O , отношение плеча действующей на стержень силы тяжести к плечу силы натяжения нити равно 0,5.
- 4) Относительно оси, проходящей через точку O , плечо силы Архимеда больше плеча действующей на стержень силы тяжести.
- 5) Относительно оси, проходящей через точку O , момент силы Архимеда равен моменту силы тяжести.

Ответ:

--	--

6

На гладкой горизонтальной поверхности покоится небольшая шайба. На неё налетает другая шайба. Между шайбами происходит лобовое абсолютно неупругое соударение. Затем проводят второй опыт, уменьшив массу налетающей шайбы, но оставив прежней её скорость. Как изменяются во втором опыте по сравнению с первым скорость шайб после соударения и выделившееся в процессе соударения количество теплоты?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость шайб после соударения	Количество теплоты, выделившееся в процессе соударения

7

Камень отпускают без начальной скорости с высоты 90 м над поверхностью Земли. Падение является свободным. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение камня, и их значениями в СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ В СИ

- А) модуль скорости тела в тот момент времени, когда тело пройдёт первые $\frac{2}{3}$ всего пути
- Б) время, за которое тело пройдёт первую треть всего пути

- 1) $\sqrt{6}$
- 2) $2\sqrt{3}$
- 3) $10\sqrt{6}$
- 4) $20\sqrt{3}$

Ответ:

А	Б

8

Во сколько раз отличаются среднеквадратичные скорости хаотического теплового движения молекул гелия и водяного пара, входящих в состав воздуха при комнатной температуре? Ответ округлите до десятых долей.

Ответ: _____.

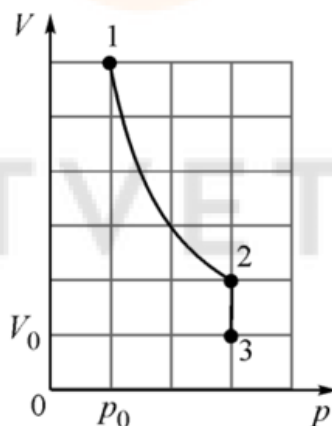
- 9 Рассмотрим две идеальные тепловые машины. Температуры нагревателя и холодильника первой машины отличаются в 4 раза. Температура холодильника первой тепловой машины равна температуре нагревателя второй тепловой машины. Температура холодильника второй тепловой машины в 6 раз меньше температуры нагревателя первой тепловой машины. Во сколько раз КПД первой машины больше КПД второй машины? Ответ округлите до сотых долей.

Ответ: _____.

- 10 Железный метеорит массой 1,5 кг упал в холодное северное море, температура воды в котором равна 0 °С. Перед попаданием в воду метеорит двигался со скоростью 3 км/с и был разогрет до температуры 1200 °С. Какое количество теплоты выделилось при торможении и остывании метеорита в воде?

Ответ: _____ кДж.

- 11 На рисунке изображён график процесса 1–2–3, совершаемого с пятью молями идеального одноатомного газа.



Выберите **два** верных утверждения относительно проведённого процесса.

- 1) На участке 1–2 температура газа увеличивается.
- 2) На участке 2–3 температура газа уменьшается.
- 3) В состоянии 1 плотность газа максимальна.
- 4) В состоянии 2 концентрация молекул газа максимальна.
- 5) В состоянии 3 среднеквадратичная скорость молекул имеет минимальное значение.

Ответ:

--	--

- 12** Пусть u – среднеквадратичная скорость хаотического теплового движения молекул идеального одноатомного газа, а p и V – давление и объём этого газа. Установите соответствие между названиями изопроцессов и формулами, устанавливающими связь между u , p и V в этих изопроцессах. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

НАЗВАНИЕ ИЗОПРОЦЕССА

СВЯЗЬ МЕЖДУ u , p И V
В ИЗОПРОЦЕССЕ

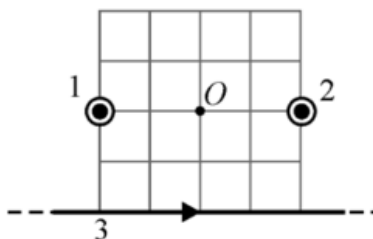
- А) изобарический
Б) изотермический

- 1) $u = const$
2) $\frac{V}{u^2} = const$
3) $\frac{p}{u^2} = const$
4) $\frac{u}{pV} = const$

Ответ:

А	Б

- 13** На рисунке изображены три тонких прямых провода с электрическим током. Провода 1 и 2 расположены перпендикулярно плоскости рисунка, а провод 3 лежит в плоскости рисунка. По проводам 1 и 2 ток течёт к наблюдателю, а направление протекания тока по проводу 3 указано стрелкой. Силы токов в проводах одинаковые.



Определите, как направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор индукции магнитного поля в точке O . Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

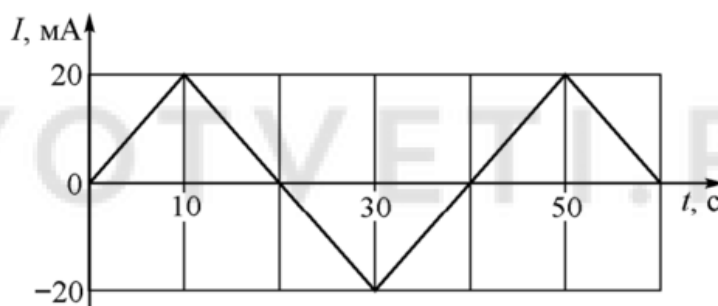
- 14 Лампа накаливания подключена к источнику напряжения. После уменьшения напряжения на лампе в 4 раза выделяющаяся в ней мощность уменьшилась в 5 раз. Во сколько раз при этом уменьшилось сопротивление спирали лампы? Ответ округлите до десятых долей.

Ответ: _____.

- 15 В идеальном колебательном контуре заряд q конденсатора ёмкостью 5 пФ изменяется с течением времени t по закону $q = 10^{-6} \cos(10^5 \cdot t)$ (в этой формуле все величины заданы в СИ). Какую максимальную энергию запасает катушка контура в процессе таких колебаний?

Ответ: _____ Дж.

- 16 На графике показана зависимость от времени t силы тока I , протекающего в катушке № 1. Все линии магнитного поля, создаваемого этой катушкой, пронизывают поперечное сечение катушки № 2. К концам обмотки катушки № 2 подключён идеальный вольтметр, который может показывать как положительные, так и отрицательные значения напряжения.



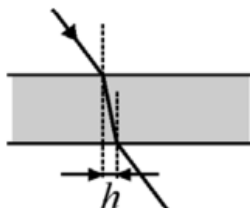
Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующих процессы в катушке № 2 и показания вольтметра.

- 1) В катушке № 2 протекает постоянный электрический ток.
- 2) В моменты времени 15 с и 25 с вольтметр показывает напряжение разных знаков.
- 3) В моменты времени 5 с и 35 с вольтметр показывает одинаковое напряжение.
- 4) В моменты времени 20 с и 40 с показание вольтметра равно нулю.
- 5) В катушке № 2 электрический ток не течёт.

Ответ:

--	--

- 17** Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластинку (см. рис.). Выходя из пластинки, луч смещается на расстояние h .



Пластинку поворачивают по часовой стрелке на угол 5° . Определите, как в результате этого изменятся угол преломления луча при переходе из воздуха в стекло и величина смещения луча.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

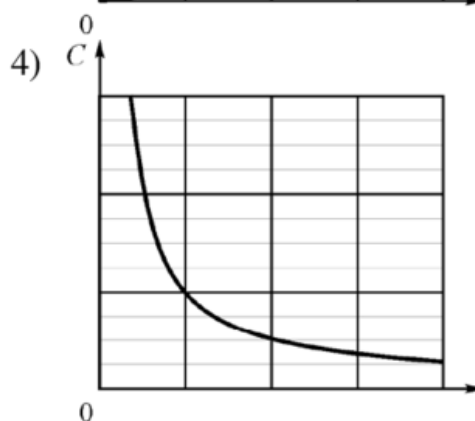
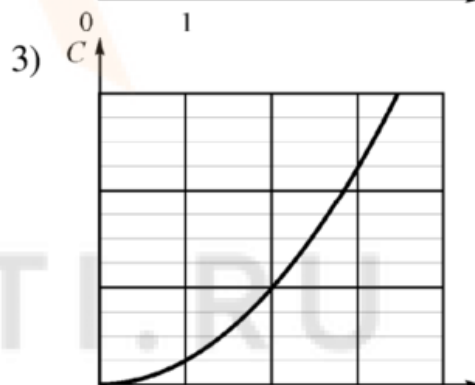
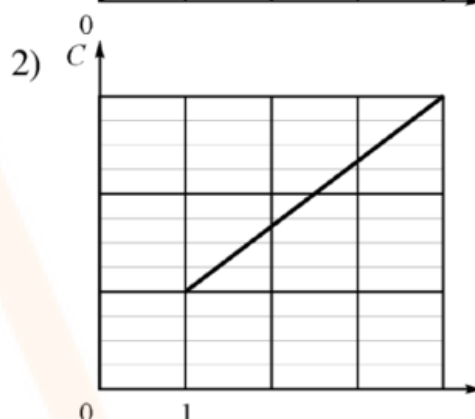
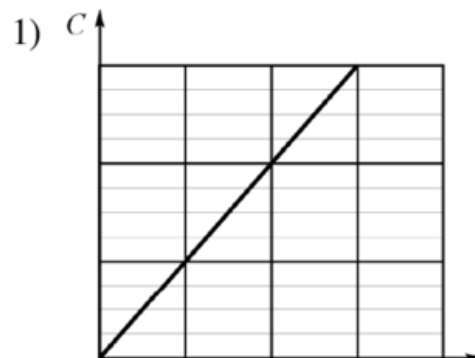
Угол преломления луча при переходе из воздуха в стекло	Величина смещения луча

- 18** Плоский конденсатор состоит из двух квадратных пластин. Пространство между пластинами заполнено однородным диэлектриком. Установите соответствие между зависимостями ёмкости C этого конденсатора от физических величин и графиками, изображающими эти зависимости.
- К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ЗАВИСИМОСТЬ

- А) ёмкости C конденсатора от площади S пластины
- Б) ёмкости C конденсатора от расстояния d между пластинами

ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ



Ответ:

А	Б
☐	☐

- 19** В некотором атомном ядре число нейтронов в 2 раза больше числа протонов. Массовое число этого ядра равно 45. Определите для этого ядра число нейтронов и разность между числом нейтронов и зарядовым числом.

Число нейтронов	Разность между числом нейтронов и зарядовым числом

- 20** Медленные (нерелятивистские) электроны с энергией 270 эВ испытывают дифракцию на некоторой атомной структуре. Расстояние между соседними атомами этой структуры $d = 0,15$ нм. Во сколько раз d превышает длину волны электрона? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____.

- 21** Ядро изотопа тория $^{232}_{90}\text{Th}$ претерпевает ряд α -распадов и электронных β -распадов. В результате этого образуется ядро изотопа висмута $^{212}_{83}\text{Bi}$. Установите соответствие между указанными в таблице физическими величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ
А) число α распадов	1) 2
Б) число β распадов	2) 3
	3) 4
	4) 5

Ответ:

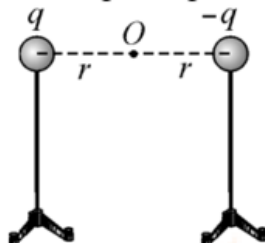
А	Б

- 22** Через резистор течёт постоянный электрический ток, сила которого равна 0,2 А и измерена с высокой точностью. На корпусе резистора указано, что его сопротивление равно 1 кОм, а абсолютная погрешность этого значения составляет 10 %. Какая мощность выделяется в этом резисторе?

Ответ: (_____ $\pm$ _____) Вт.

23

Два маленьких металлических шарика, установленные на изолирующих подставках, располагают на одинаковых расстояниях от точки O . Заряды шариков одинаковы по модулю, но противоположны по знаку. В точке O экспериментально определяют вектор напряжённости электрического поля.



Затем эксперименты повторяют, располагая на равных расстояниях от точки O шарики, имеющие другие заряды. В таблице приведены значения этих зарядов и расстояния их до точки O .

Номер эксперимента	Левый заряд	Правый заряд	Расстояние до точки O
1	$3q$	$-5q$	$2r$
2	$2q$	$-0,25q$	$r/2$
3	$0,25q$	$-0,25q$	$r/2$
4	$1,5q$	$-2,5q$	r
5	$-4q$	$2q$	r

Укажите номера экспериментов, в которых вектор напряжённости электрического поля в точке O будет таким же, как в изначальном эксперименте.

Ответ: _____.

24

В таблице указаны данные о некоторых звёздах.

Звезда	Видимая звёздная величина	Абсолютная звёздная величина	Температура, К	Масса, массы Солнца
Бетельгейзе	0,45	−5,47	3 600	15
Ригель	0,15	−6,96	12 000	18
Беллатрикс	1,60	−2,84	22 000	8,4
Минтака	2,40	−4,84	29 500	24
Алнилам	1,65	−7,26	27 500	40
Алнитак	1,85	−5,15	29 500	33
Саиф	2,05	−4,44	26 500	15

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют данным в таблице характеристикам.

- 1) Алнилам находится дальше от Солнца, чем Беллатрикс.
- 2) Ригель – оранжевый карлик.
- 3) В этом списке самая яркая звезда на ночном небе – Минтака.
- 4) Бетельгейзе – красный сверхгигант.
- 5) Саиф излучает больше энергии в пространство, чем Алнитак.

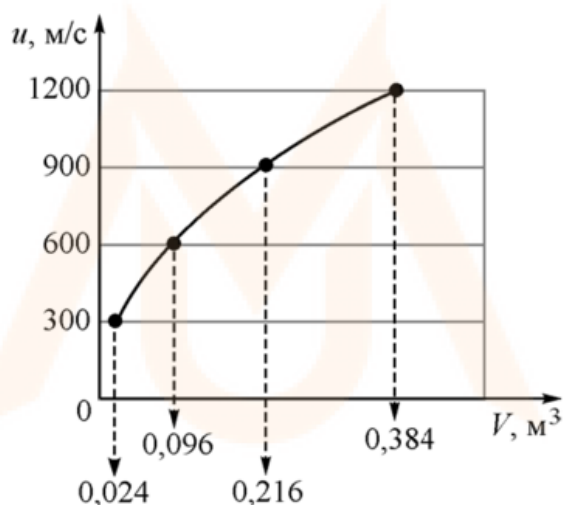
Ответ: _____.

Часть 2

Ответом к заданиям 25–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

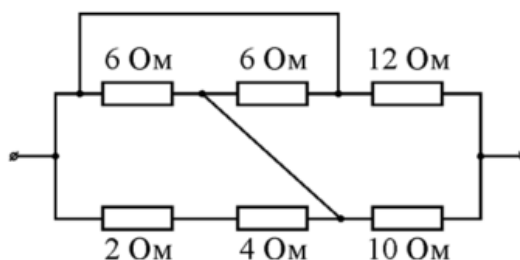
Два моля кислорода изобарно нагревают. На рисунке изображён график зависимости величины среднеквадратичной скорости u молекул газа от его объёма V . Чему равно давление газа в сосуде?



Ответ: _____ кПа.

26

Найдите сопротивление участка электрической цепи, схема которого показана на рисунке. Все соединительные проводники являются идеальными.

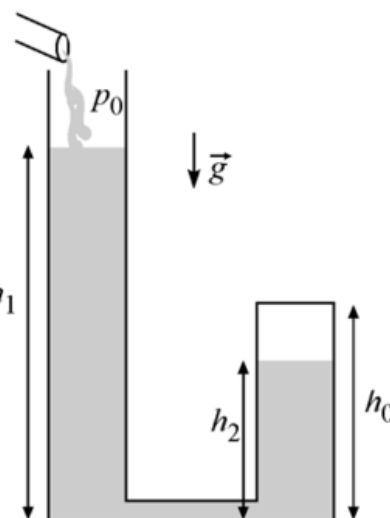


Ответ: _____.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27

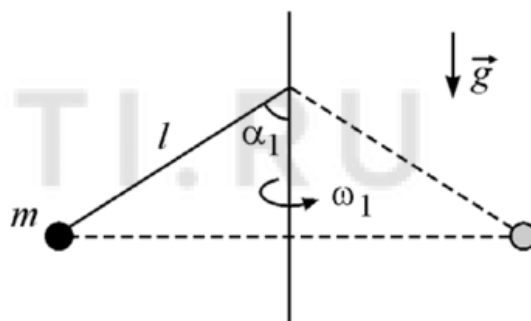
Система сообщающихся сосудов состоит из очень длинной вертикальной трубы с открытым верхним концом, к которой внизу присоединён через трубочку небольшой закрытый вертикальный цилиндрический сосуд высотой $h_0 = 20$ см. Вначале система заполнена окружающим воздухом при комнатной температуре и давлении $p_0 = 10^5$ Па, а затем в левую трубу начинают медленно наливать воду той же температуры, следя при этом за её уровнями h_1 и h_2 в левом и правом коленах системы (см. рис.). Нарисуйте примерный график зависимости h_1 от h_2 и найдите приближённое значение h_1 при $h_2 = 0,8h_0$.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

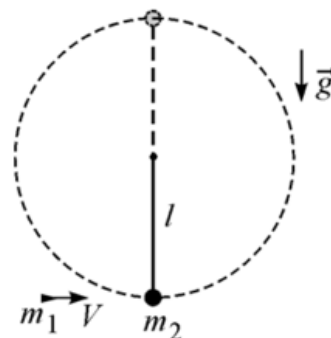
28

Конический маятник представляет собой маленький грузик массой $m = 100$ г, вращающийся с угловой скоростью ω_1 вокруг вертикальной оси на невесомой нерастяжимой нити длиной l , составляющей с этой осью угол $\alpha_1 = 60^\circ$ (см. рис.). Когда угловую скорость вращения маятника увеличили в два раза, нить порвалась. Во сколько раз n сила натяжения нити при обрыве превышала действующую на грузик силу тяжести?



29

Пуля массой $m_1 = 5$ г, летящая горизонтально со скоростью $V = 200$ м/с, попадает в небольшой шарик массой $m_2 = 200$ г, подвешенный на жёстком невесомом стержне длиной $l = 0,5$ м с шарниром наверху, и застревает в шарике (см. рис.). Во сколько раз модуль ускорения шарика в верхней точке окружности, по которой он двигался после попадания пули, меньше модуля ускорения свободного падения? Трения шарика о воздух нет.



30 Школьный класс имеет размеры пола $8\text{ м} \times 12\text{ м}$ и высоту потолка $4,5\text{ м}$. Осенью при атмосферном давлении 740 мм рт. ст. температура в классе равнялась $18\text{ }^{\circ}\text{C}$, а зимой, после похолодания и включения отопления температура повысилась до $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ при давлении 765 мм рт. ст. На сколько изменилось число молекул кислорода в классе? В воздухе содержится 21% кислорода по объёму. Молярная масса воздуха равна 29 кг/кмоль , объёмом учителя, учеников, мебели и учебных пособий можно пренебречь.

31 Заряженный железный шарик радиусом r опущен в сосуд с маслом плотностью $\rho = 900\text{ кг/м}^3$. В масле создали однородное вертикальное электрическое поле напряжённостью $E_1 = 30\text{ кВ/см}$, в результате чего шарик оказался в равновесии, будучи взвешенным в масле. Поле какой напряжённостью E_2 надо создать в масле в данном сосуде, чтобы шарик того же размера и с таким же зарядом, но изготовленный из латуни плотностью $\rho_{\text{л}} = 8500\text{ кг/м}^3$, тоже оказался в равновесии?

32 Мыльная плёнка с показателем преломления $n = 1,33$ натянута на проволоочный каркас, расположенный в вертикальной плоскости, и освещается нормально падающим на неё пучком монохроматического света с длиной волны $\lambda = 435,8\text{ нм}$. За счёт стекания жидкости плёнка образует клин с углом $\alpha = 10$ угловых секунд, на котором в отражённом свете наблюдаются горизонтальные интерференционные полосы. Чему равен период d этих полос? $1\text{ угловая секунда} = 1/3600\text{ градуса}$.